GT773VS

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: ２００３年　４月３０日

出願番号
Application Number: 特願２００３－１２５２７５

[ST. 10/C]: ［ＪＰ２００３－１２５２７５］

出願人
Applicant(s): 三菱電機株式会社

２００３年１１月２５日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office 今井康夫

出証番号　出証特２００３－３０９７０７４

【書類名】　特許願

【整理番号】　546092JP01

【提出日】　平成15年 4月30日

【あて先】　特許庁長官殿

【国際特許分類】　H01S　5/22

【発明者】

【住所又は居所】　東京都千代田区丸の内二丁目２番３号　三菱電機株式会社内

【氏名】　三橋　豊

【発明者】

【住所又は居所】　東京都千代田区丸の内二丁目２番３号　三菱電機株式会社内

【氏名】　瀧口　透

【発明者】

【住所又は居所】　東京都千代田区丸の内二丁目２番３号　三菱電機株式会社内

【氏名】　田中　利夫

【発明者】

【住所又は居所】　東京都千代田区丸の内二丁目２番３号　三菱電機株式会社内

【氏名】　門脇　朋子

【発明者】

【住所又は居所】　東京都千代田区丸の内二丁目２番３号　三菱電機株式会社内

【氏名】　花巻　吉彦

【発明者】

【住所又は居所】　東京都千代田区丸の内二丁目２番３号　三菱電機株式会社内

【氏名】　冨田　信之

【特許出願人】
　【識別番号】　000006013
　【氏名又は名称】　三菱電機株式会社
【代理人】
　【識別番号】　100082175
　【弁理士】
　【氏名又は名称】　高田　　守
　【電話番号】　03-5379-3088
【選任した代理人】
　【識別番号】　100066991
　【弁理士】
　【氏名又は名称】　葛野　信一
　【電話番号】　03-5379-3088
【選任した代理人】
　【識別番号】　100106150
　【弁理士】
　【氏名又は名称】　高橋　英樹
　【電話番号】　03-5379-3088
【選任した代理人】
　【識別番号】　100120569
　【弁理士】
　【氏名又は名称】　大阿久　敦子
　【電話番号】　03-5379-3088
【手数料の表示】
　【予納台帳番号】　049397
　【納付金額】　21,000円
【提出物件の目録】
　【物件名】　明細書　1
　【物件名】　図面　1

【物件名】　要約書　1

【プルーフの要否】　要

【書類名】　明細書

【発明の名称】　リッジ導波路型半導体レーザ

【特許請求の範囲】

【請求項１】　活性層と、

前記活性層の上に形成されてリッジ状の導波路を有する半導体層と、

前記半導体層の上に形成された絶縁膜と、

前記絶縁膜に設けられた開口部を介して前記半導体層に接する第１の電極層と、

前記第１の電極層の上に、前記導波路の方向に沿って形成されたストライプ状の第２の電極層とを備え、

共振器の端面から前記第２の電極層の端部までの距離が２０μｍ以内であることを特徴とするリッジ導波路型半導体レーザ。

【請求項２】　前記第２の電極層から引き出された電極引き出し線路と、

前記電極引き出し線路に設けられ前記絶縁膜上に位置するボンディングパッド部とをさらに有する請求項１に記載のリッジ導波路型半導体レーザ。

【請求項３】　前記第１の電極層はチタン電極層および金電極層がこの順に積層された構造を有し、前記金電極層の膜厚が７００ｎｍ以上である請求項１または２に記載のリッジ導波路型半導体レーザ。

【請求項４】　前記絶縁膜の膜厚が２５０ｎｍ以下である請求項３に記載のリッジ導波路型半導体レーザ。

【請求項５】　前記第１の電極層はチタン層および金電極層がこの順に積層された構造を有し、

前記第２の電極層は金めっき層であって、

前記金電極層の膜厚が２００ｎｍ以上であり、

前記金めっき層の膜厚が８００ｎｍ以上である請求項１または２に記載のリッジ導波路型半導体レーザ。

【請求項６】　前記チタン電極層と前記金電極層との間にバリアメタル層が形成されている請求項５に記載のリッジ導波路型半導体レーザ。

【請求項７】　前記バリアメタル層は白金層である請求項６に記載のリッジ

導波路型半導体レーザ。

【請求項８】　活性層と、

前記活性層の上に形成されてリッジ状の導波路を有する半導体層と、

前記半導体層の上に形成された絶縁膜と、

前記絶縁膜に設けられた開口部を介して前記半導体層に接する第１の電極層と、

前記第１の電極層の上に、前記導波路の方向に沿って、共振器の一方の端面から他方の端面まで連続して形成された第２の電極層とを備え、

前記一方の端面付近および前記他方の端面付近での前記第２の電極層の幅を他の領域における前記第２の電極層の幅よりも小さくしたことを特徴とするリッジ導波路型半導体レーザ。

【請求項９】　前記第２の電極層から引き出された電極引き出し線路と、

前記電極引き出し線路に設けられ前記絶縁膜上に位置するボンディングパッド部とをさらに有する請求項８に記載のリッジ導波路型半導体レーザ。

【請求項１０】　前記第２の電極層の平面形状は、１の矩形と、

前記１の矩形の両側に位置し、前記１の矩形よりも幅の小さい２の矩形からなる請求項８または９に記載のリッジ導波路型半導体レーザ。

【請求項１１】　前記第２の電極層の平面形状は、前記第２の電極層の幅が前記端面に向かって漸次小さくなるテーパ形状を有する請求項８または９に記載のリッジ導波路型半導体レーザ。

【請求項１２】　活性層と、

前記活性層の上に形成されてリッジ導波路を有する半導体層と、

前記半導体層の上に形成された絶縁膜と、

前記絶縁膜に設けられた開口部を介して前記半導体層に接する第１の電極層と、

前記第１の電極層から引き出された電極引き出し線路と、

前記電極引き出し線路に設けられ前記絶縁膜上に位置するボンディングパッド部と、

前記ボンディングパッド部上に形成された第２の電極層とを有することを特徴

とするリッジ導波路型半導体レーザ。

【請求項１３】　前記第１の電極層はチタン電極層および金電極層がこの順に積層された構造を有し、前記金電極層の膜厚が７００ｎｍ以上である請求項１２に記載のリッジ導波路型半導体レーザ。

【請求項１４】　前記第２の電極層は金めっき電極層である請求項１３に記載のリッジ導波路型半導体レーザ。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、リッジ導波路型半導体レーザに関し、より詳細には、主として光通信用に用いられるリッジ導波路型半導体レーザに関する。

【０００２】

【従来の技術】

近年、光ファイバ通信の普及が急速に進み、通信用半導体レーザの需要は幹線系から加入者系へと応用分野が拡大している。また、インターネットの急速な普及やコンピュータのネットワーク化が進展するにしたがって、光ファイバを用いたＬＡＮ（Ｌｏｃａｌ　Ａｒｅａ　Ｎｅｔｗｏｒｋ）の高速化と低コスト化への要求が高まり、それとともにキーデバイスであるデータ通信用半導体レーザの高速化と温度特性の向上に対する要求も高まっている。これらに対応する半導体レーザとして、従来よりいくつかの例が報告されている（例えば、特許文献１～４参照。）。

【０００３】

データ通信用光通信機器およびシステムなどにおいて、低コスト化を実現するためには、冷却装置を付加することなしに高温での高速動作が可能であるとともに、高い信頼性を有し長寿命の半導体レーザが必要となる。

【０００４】

図８は、従来のリッジ導波路型半導体レーザの斜視図である。また、図９は、図８のリッジ導波路型半導体レーザの平面図である。

【０００５】

これらの図において、ｎ－ＩｎＰ基板５０の裏面にはｎ側電極５１が設けられている。一方、ｎ－ＩｎＰ基板５０の表面には、ｎ－ＩｎＰクラッド層５２、ＡｌＧａＩｎＡｓの歪量子井戸を含むＭＱＷ（Ｍｕｌｔｉｐｌｅ　Ｑｕａｎｔｕｍ　Ｗｅｌｌ、多重量井戸）活性層５３、ｐ－ＩｎＰクラッド層５４およびｐ－ＩｎＧａＡｓコンタクト層５５からなるエピタキシャル層が形成されている。また、このエピタキシャル層には２つの平行したストライプ状の溝５６，５７が設けられており、溝５６，５７によって挟まれた領域にリッジ状（畝状）の導波路５８が形成されている。そして、導波路５８の上に設けられた開口部５９を除いて、ｐ－ＩｎＧａＡｓコンタクト層５５の上および溝５６，５７の部分に、厚さ４００ｎｍ程度のＳｉＯ$_2$（酸化シリコン）膜６０が形成されている。

【０００６】

開口部５９の上にはｐ側電極６１が設けられており、これが下地のｐ－ＩｎＧａＡｓコンタクト層５５と開口部５９を介して接触している。ここで、ｐ側電極６１は、厚さ５０ｎｍ程度のＴｉ（チタン）蒸着電極（図示せず）、および厚さ２００ｎｍ程度のＡｕ（金）蒸着電極（図示せず）からなる。

【０００７】

ｐ側電極６１の上には、厚さ３μｍ程度のＡｕめっき電極６２が形成されている。また、Ａｕめっき電極６２からは電極引き出し線路６３が設けられていて、電極引き出し線路６３の端部はボンディングパッド部６４を構成している。このような構造をとることによって、電極部分での放熱性を高めるとともに、ボンディングパッド部６４においてＡｕなどからなるリード線を圧着しやすくしている。

【０００８】

ｐ側電極６１に正（＋）、ｎ側電極５１に負（－）のバイアスをそれぞれ印加すると、電流が導波路５８に集中して流れる。そして、導波路５８の直下にある活性領域６７に電子および正孔が注入され、両者の再結合によって発光が生じる。さらに、電流を増加して電流値が閾値以上の値になると、誘導放出が始まってレーザ発振に至りレーザ光Ｌ′が放出される。

【０００９】

一般に、半導体レーザの共振器端面は結晶の劈開によって形成される。すなわち、半導体レーザを構成する素子は、結晶の劈開によって半導体基板から切り出されて形成される。従来の半導体レーザにおいては、劈開性を良好なものとするために劈開面の近傍にはＡｕめっき電極６２を設けない構造としており、さらに、Ａｕめっき電極６２の端部から共振器端面６５，６６までの距離Ｒ′を５０μｍ程度と長くとっていた。このことについて以下に詳述する。

【００１０】

一般に、劈開面のウェハ基準面に対する角度にはばらつきがあるため、劈開面は電極パターンに対してずれを生じる。その結果、劈開面がＡｕめっき電極６２に寄り、Ａｕめっき電極６２から共振器端面６５，６６までの距離Ｒ′が短すぎる場合には、劈開面がＡｕめっき電極６２にかかり、劈開のために加えた応力がＡｕめっき電極６２に吸収されて良好な劈開面を得ることが困難となる。

【００１１】

例えば、Ａｕめっき電極６２の端部から共振器端面６５，６６までの距離Ｒ′を１０μｍ以下とした場合、劈開面の電極パターンに対するずれによって、劈開面はＡｕめっき電極６２にかかりやすくなる。Ａｕめっき電極６２は一般に２μｍ～４μｍ程度の厚さを有するので、劈開面がＡｕめっき電極６２にかかった場合には、応力がＡｕめっき電極６２に吸収されることとなり良好な劈開面は得られない。

【００１２】

また、このような半導体レーザにおいては、高温での高速変調を実現するため、従来のものに比較して共振器長を短くするとともに、共振器端面での反射率を高くすることが行われている。例えば、近年のデータ通信用半導体レーザで要求される、温度８５℃で１０Ｇｂｐｓ程度の高速変調を実現するために、共振器長は従来の３００μｍ程度から２００μｍ程度へと短くなっている。また、共振器端面での反射率は、従来の前面３０％で後面６０％程度から、前面で６０～６５％程度、後面で９５％程度と高反射化されている。

【００１３】

【特許文献１】

特開平７－２４０５６４号公報

【特許文献２】

特開２０００－２６１０９３号公報

【特許文献３】

米国特許第５，３８１，４３４号明細書

【特許文献４】

米国特許第出願公開第２００２／０１１３２７９号明細書

【００１４】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、共振器端面での反射率を大きくした場合、発光した光は共振器外部へ出難くなるので、所定の光出力を得るのに必要な電流値（動作電流値）が大きくなるという問題があった。特に、従来のリッジ導波路型半導体レーザのようにＡｕめっき電極６２が薄い膜厚（～２００ｎｍ）を有する場合には、電極内に高密度の電流が流れる結果、発熱によって素子に大きな熱的負荷がかかるという問題もあった。

【００１５】

また、上述のように、Ａｕめっき電極６２の端部が共振器端面６５，６６から大きく離れている場合には、共振器端面６５，６６の近傍に電流を供給するために薄いｐ側電極６１内を電流が流れる距離が大きくなり、Ａｕめっき電極６２の端部近傍の蒸着電極内での電流密度が大きくなる。このため、この部分で局所的に温度上昇が起こる結果、素子の信頼性や寿命が低下するという問題もあった。

【００１６】

本発明はこのような問題点に鑑みてなされたものである。即ち、本発明の目的は、信頼性が高く、高温で高速動作可能なリッジ導波路型半導体レーザを提供することにある。

【００１７】

本発明の他の目的および利点は、以下の記載から明らかとなるであろう。

【００１８】

【課題を解決するための手段】

本発明のリッジ導波路型半導体レーザは、活性層と、この活性層の上に形成されてリッジ状の導波路を有する半導体層と、この半導体層の上に形成された絶縁膜と、この絶縁膜に設けられた開口部を介して半導体層に接する第１の電極層と、この第１の電極層の上に導波路の方向に沿って形成されたストライプ状の第２の電極層とを備え、共振器の端面から第２の電極層の端部までの距離が２０μｍ以内であることを特徴としている。

【００１９】

また、本発明のリッジ導波路型半導体レーザは、活性層と、この活性層の上に形成されてリッジ状の導波路を有する半導体層と、この半導体層の上に形成された絶縁膜と、この絶縁膜に設けられた開口部を介して半導体層に接する第１の電極層と、この第１の電極層の上に導波路の方向に沿って共振器の一方の端面から他方の端面まで連続して形成された第２の電極層とを備え、共振器の一方の端面付近および他方の端面付近での第２の電極層の幅を他の領域における第２の電極層の幅よりも小さくしたことを特徴としている。

【００２０】

さらに、本発明のリッジ導波路型半導体レーザは、活性層と、この活性層の上に形成されてリッジ導波路を有する半導体層と、この半導体層の上に形成された絶縁膜と、この絶縁膜に設けられた開口部を介して半導体層に接する第１の電極層と、この第１の電極層から引き出された電極引き出し線路と、この電極引き出し線路に設けられ絶縁膜上に位置するボンディングパッド部と、このボンディングパッド部上に形成された第２の電極層とを有することを特徴としている。

【００２１】

【発明の実施の形態】

本発明者らは、図８および図９に示す従来構造のリッジ導波路型半導体レーザと同様の半導体レーザに対して長期寿命試験を行い、劣化した素子の不良解析をしたところ、Ａｕめっき電極端部近傍直下の活性層内部に暗部（ダークスポット）が発生していることを確認した。尚、長期寿命試験は、温度８５℃で出力１０ｍＷの条件で行った。

【００２２】

このような不良は、Ａｕめっき電極端部近傍での電流集中によってこの部分に局所的な温度上昇が起こり、活性層内に結晶欠陥が発生したことによるものであると考えられる。したがって、高い信頼性を有し、高温で高速動作可能なリッジ導波路型半導体レーザを実現するためには、Ａｕめっき電極端部近傍での電流集中を低減することが必要である。

【００２３】

本発明者らは、Ａｕめっき電極端部から共振器端面までの距離と、Ａｕめっき電極端部での電流集中の程度との関係についてシミュレーションを行った。その結果、蒸着電極の膜厚を大きくするほど、また、Ａｕめっき電極端部から共振器端面までの距離が小さくなるほど、Ａｕめっき電極端部での電流集中が低減されることが判明した。

【００２４】

以下に、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら具体的に説明する。

【００２５】

実施の形態１．

図１は、本実施の形態におけるリッジ導波路型半導体レーザの斜視図の一例である。また、図２は、図１のリッジ導波路型半導体レーザの平面図である。尚、これらの図において、同じ符号を付した部分は同じ部分であることを示している。

【００２６】

本実施の形態においては、低速レーザで一般的な共振器長（３００μｍ程度）よりも短い２００μｍ程度の共振器長とすることができる。また、共振器端面での反射率を前面で６５％程度、後面で９０％程度とすることができる。

【００２７】

図１に示すように、ｎ－ＩｎＰ基板１の裏面にはｎ側電極２が設けられている。一方、ｎ－ＩｎＰ基板１の表面には、活性層およびこの活性層の上に形成されてリッジ状の導波路を有する半導体層が設けられている。

【００２８】

具体的には、ｎ－ＩｎＰ基板１の表面には、ｎ－ＩｎＰクラッド層３、ＡｌＧａＩｎＡｓの歪量子井戸を含むＭＱＷ（Ｍｕｌｔｉｐｌｅ　Ｑｕａｎｔｕｍ　Ｗｅｌｌ、多重量井戸）活性層４、ｐ－ＩｎＰクラッド層５およびｐ－ＩｎＧａＡｓコンタクト層６がこの順に積層されたエピタキシャル層が形成されている。エピタキシャル層は、例えば、有機金属気相成長法（Ｍｅｔａｌ　Ｏｒｇａｎｉｃ　Ｃｈｅｍｉｃａｌ　Ｖａｐｏｒ　Ｄｅｐｏｓｉｔｉｏｎ　Ｍｅｔｈｏｄ）などによって形成することができる。

【００２９】

エピタキシャル層には、２つの平行したストライプ状の溝７，８が設けられている。これらの溝は、エピタキシャル層に所定のエッチング技術を施すことによって形成することができる。

【００３０】

エッチングによって溝７，８を形成した後は、スパッタ法などによって、絶縁膜としてのSiO_2（酸化シリコン）膜９を全面に形成する。本実施の形態においては、SiO_2膜９の膜厚を従来の４００ｎｍに対して２５０ｎｍ以下と薄くすることを特徴としている。尚、本実施の形態においては、SiO_2膜以外の他の絶縁膜を用いてもよい。

【００３１】

溝７，８によって挟まれた領域には、リッジ状の導波路１０が形成されている。また、SiO_2膜９は、導波路１０の上に開口部１１を有する。そして、開口部１１において、ｐ－ＩｎＧａＡｓコンタクト層６は、第１の電極層としてのｐ側電極１２と接触している。

【００３２】

ｐ側電極１２は、ｐ－ＩｎＧａＡｓコンタクト層６の上に、スパッタ法などを用いて、Ｔｉ（チタン）蒸着電極（図示せず）、Ａｕ（金）蒸着電極（図示せず）をこの順に堆積することによって形成される。本実施の形態においては、Ａｕ蒸着電極の膜厚を従来より大きくすることを特徴としている。具体的には、Ａｕ蒸着電極の膜厚は２００ｎｍ以上であることが好ましく、７００ｎｍ以上であることが特に好ましい。尚、Ｔｉ蒸着電極の膜厚は、従来と同程度（例えば、５０

ｎｍ程度）とすることができる。

【００３３】

本実施の形態においては、このようにＡｕ蒸着電極の膜厚を大きくすることによって、ｐ側電極１２の抵抗を小さくすることができる。また、SiO_2膜９の膜厚を２５０ｎｍ以下と小さくすることによって、良好な劈開面を得ることが可能となる。すなわち、Ａｕ蒸着電極の厚さを７００ｎｍ以上とし、SiO_2膜９の膜厚を従来と同様に厚くした場合、劈開の際に発生する応力がＡｕ蒸着電極やSiO_2膜９などに吸収される結果、劈開面の品質が劣化して歩留まりの低下を招く。本実施の形態によれば、SiO_2膜９の膜厚を２５０ｎｍ以下と小さくするので、Ａｕ蒸着電極の厚さが７００ｎｍ以上であっても良好な劈開面を形成することができる。

【００３４】

尚、本実施の形態においては、Ｔｉ蒸着電極とＡｕ蒸着電極の間にＰｔ（白金）などを用いてバリアメタル層を形成してもよい。バリアメタル層の膜厚は例えば５０ｎｍ程度とすることができる。このような構造とすることによって、Ａｕの結晶中への沈み込みを防止して、より信頼性の高いリッジ導波路型半導体レーザを提供することができる。

【００３５】

図１および図２において、ｐ側電極１２およびSiO_2膜９の上には、第２の電極層としてのＡｕめっき電極１３が設けられている。Ａｕめっき電極１３には、SiO_2膜９上に設けられた電極引き出し線路１４が接続している。そして、電極引き出し線路１４の端部はボンディングパッド部１５を構成している。ボンディングパッド部１５を含む電極引き出し線路１４は、Ａｕめっき電極１３と同じ材質で形成されているので、Ａｕなどからなる配線をボンディングパッド部１５において良好に圧着することができる。

【００３６】

上述したように、本実施の形態においては、Ａｕ蒸着電極の膜厚は２００ｎｍ以上であることが好ましい。そして、この場合のＡｕめっき電極１３の膜厚は８００ｎｍ以上であることが好ましい。

【００３７】

図１および図２に示すように、Ａｕめっき電極１３は、レーザ共振器端面１６，１８から所定の距離R_1をおいて形成される。本実施の形態においては、距離R_1を従来の２５μｍ～５０μｍに対して２０μｍ以下と短くすることを特徴とする。このようにすることによって、ｐ側電極１２のＡｕめっき電極１３端部近傍での電流集中を抑制して電流密度を小さくすることができる。

【００３８】

但し、距離R_1が小さくなりすぎると、基板面内における結晶学的な角度ずれによって劈開線がＡｕめっき電極１３にかかるのを防止することが困難となる。劈開線がＡｕめっき電極１３にかかった場合、劈開の際に発生する応力がＡｕめっき電極１３に吸収されるため、良好な劈開面を形成することができない。したがって、距離Ｒの値は基板サイズに応じて適宜設定することが好ましい。例えば、２インチの基板を用いた場合、距離R_1の下限値は実用上１０μｍ程度である。

【００３９】

本実施の形態におけるリッジ導波路型半導体レーザの動作は従来と同様である。すなわち、ｐ側電極１２に正（＋）、ｎ側電極２に負（－）のバイアスをそれぞれ加えると、電流が導波路１０に集中して流れる。そして、導波路１０の直下にある活性領域１７に電子および正孔が注入され、両者の再結合によって発光が生じる。さらに、電流を増加して電流値が閾値以上の値になると、誘導放出が始まってレーザ発振に至りレーザ光Ｌが放出される。

【００４０】

図３は、本実施の形態におけるＡｕ蒸着電極の膜厚と最大光出力P_{max}との関係を示したものである。尚、P_{max}は温度８５℃で測定した値である。

【００４１】

図３から分かるように、Ａｕ蒸着電極の膜厚が大きくなるほど最大光出力P_{max}は大きくなる。そして、膜厚７００ｎｍ以上でP_{max}の値は略飽和に達する。膜厚８００ｎｍでのP_{max}は１３ｍＷ程度であり、この値は従来の膜厚２００ｎｍでのP_{max}（１０～１１ｍＷ）に比較して大きな値となっている。こ

のことは、通常の半導体レーザの駆動方法であるＡＰＣ（Ａｕｔｏｍａｔｉｃ Ｐｏｗｅｒ　Ｃｏｎｔｒｏｌ）モードにおいて、最大光出力に対する動作出力の余裕度が大きくなることを示している。したがって、本実施の形態によれば、素子の信頼性を向上させることができるとともに、素子の長寿命化を図ることが可能となる。

【００４２】

図４は、本実施の形態におけるＡｕ蒸着電極の膜厚と素子破壊電流値との関係を示したものである。ここで、素子破壊電流値とは、半導体レーザに直流電流を流したときに素子が完全に破壊する電流値をいう。

【００４３】

図４より、Ａｕ蒸着電極の膜厚が大きくなるほど素子破壊電流値が大きくなることが分かる。具体的には、Ａｕ蒸着電極の膜厚が２００ｎｍであるとき（従来構造に対応）の素子破壊電流値が２８０ｍＡ程度であるのに対して、Ａｕ蒸着電極の膜厚が７００ｎｍでは３５０ｍＡ以上の素子破壊電流値を有し、さらにＡｕ蒸着電極の膜厚が８００ｎｍでは４５０ｍＡ以上の素子破壊電流値を有するようになる。このことは、本実施の形態の構造とすることによって、ノイズやサージ電流などにより半導体レーザに過大な電流が流れた場合において、従来構造より素子が破壊し難くなっていることを示している。したがって、本実施の形態によれば、８５℃の高温でかつ１０Ｇｂｐｓの高速変調においても、良好な信頼性および長寿命を実現することが可能となる。

【００４４】

実施の形態２．

図５は、本実施の形態におけるリッジ導波路型半導体レーザの平面図である。本実施の形態においては、Ａｕめっき電極がレーザ共振器の一方の端面から他方の端面まで連続して形成されており、その幅がレーザ共振器端面付近で狭くなることを特徴としている。

【００４５】

尚、本実施の形態においては、低速レーザで一般的な共振器長（３００μｍ程度）よりも短い２００μｍ程度の共振器長とすることができる。また、共振器端

面での反射率を前面で６５％程度、後面で９０％程度とすることができる。

【００４６】

本実施の形態において、リッジ導波路型半導体レーザを構成する要素は実施の形態１と同様である。すなわち、ｎ－ＩｎＰ基板の裏面には、ｎ側電極が設けられている。一方、ｎ－ＩｎＰ基板の表面には、活性層およびこの活性層の上に形成されてリッジ状の導波路を有する半導体層が設けられている。すなわち、ｎ－ＩｎＰ基板の表面には、ｎ－ＩｎＰクラッド層、ＡｌＧａＩｎＡｓの歪量子井戸を含むＭＱＷ活性層、ｐ－ＩｎＰクラッド層およびｐ－ＩｎＧａＡｓコンタクト層がこの順に形成されたエピタキシャル層が設けられている。また、エピタキシャル層には、２つの平行したストライプ状の溝が設けられている。そして、これらの溝によって挟まれた領域にリッジ状の導波路が形成されている。

【００４７】

ｐ－ＩｎＧａＡｓコンタクト層の上および溝の部分には、導波路上に設けられた開口部を除いて、図５に示すように、絶縁膜としてのSiO_2（酸化シリコン）膜２０が形成されている。SiO_2膜２０の膜厚は従来と同程度とすることができ、例えば４００ｎｍ程度とすることができる。尚、本実施の形態においては、SiO_2膜以外の他の絶縁膜を用いてもよい。

【００４８】

SiO_2膜２０に設けられた開口部１９の上には、第１の電極層としてｐ側電極２１が設けられている。ｐ側電極２１は、開口部１９を介して下地のｐ－ＩｎＧａＡｓコンタクト層（図示せず）と接触している。また、ｐ側電極２１は、厚さ５０ｎｍのＴｉ（チタン）蒸着電極（図示せず）および厚さ２００ｎｍのＡｕ（金）蒸着電極（図示せず）がこの順に形成された積層構造を有する。

【００４９】

尚、本実施の形態においては、Ｔｉ蒸着電極とＡｕ蒸着電極との間にＰｔ（白金）などのバリアメタル層を形成してもよい。バリアメタル層の膜厚は例えば５０ｎｍ程度とすることができる。このような構造とすることによって、Ａｕの結晶中への沈み込みを防止して、より信頼性の高いリッジ導波路型半導体レーザを提供することができる。

【００５０】

図５に示すように、ｐ側電極２１およびSiO_2膜２０の上には、第２の電極層としてのＡｕめっき電極２２が設けられている。Ａｕめっき電極２２から引き出されSiO_2膜２０の上に形成された電極引き出し線路２３の端部は、ボンディングパッド部２４を形成している。ボンディングパッド部２４を含む電極引き出し線路２３は、Ａｕめっき電極２２と同じ材質で形成されているので、Ａｕなどからなる配線をボンディングパッド部２４において良好に圧着することができる。

【００５１】

実施の形態１では、レーザ共振器端面から所定の距離をおいてＡｕめっき電極を形成した。これに対して、本実施の形態では、レーザ共振器の一方の端面２５から他方の端面２６まで連続してＡｕめっき電極２２を形成することを特徴としている。また、Ａｕめっき電極２２の幅方向（導波路方向に垂直な方向）の長さをレーザ共振器端面２５，２６付近で小さくすることを特徴としている。

【００５２】

すなわち、図５に示すように、Ａｕめっき電極は、矩形２７と、矩形２７の両側に位置して矩形２７よりも幅方向の長さの小さい矩形２８，２９とからなる平面形状を有する。具体的には、矩形２８，２９の幅方向の長さR_2を２μｍ～１０μｍ程度とし、矩形２７の幅方向の長さR_3を２０μｍ～３０μｍ程度とすることが好ましい。尚、図５において、電極引き出し線路２３は、矩形２７から幅方向に引き出されている。

【００５３】

また、矩形２８および矩形２９において、これらの導波路方向の長さR_4は、基板面内での劈開角度のばらつきと熱放散とのトレードオフを考慮して適宜設定することが好ましい。具体的には、１０μｍ～２０μｍ程度とすることが好ましい。

【００５４】

上述したように、本実施の形態においては、Ａｕめっき電極２２をレーザ共振器端面２５，２６の直上にも形成する。そこで、劈開の際に発生する応力がＡｕ

めっき電極２２に吸収されるのを軽減するために、Ａｕめっき電極２２の膜厚は従来より薄いものとすることが好ましい。具体的には、Ａｕめっき電極２２の膜厚を１μｍ程度とすることが好ましい。また、上述したように、ｐ側電極２１を構成するＡｕ蒸着電極の膜厚を実施の形態１と異なり薄くすることによって（例えば、２００ｎｍ程度）、本実施の形態においても良好な劈開面を得ることが可能となる。

【００５５】

本実施の形態におけるリッジ導波路型半導体レーザの動作は従来と同様である。すなわち、ｐ側電極２１に正（＋）、ｎ側電極に負（－）のバイアスをそれぞれ印加すると、電流が導波路に集中して流れる。そして、導波路の直下にある活性領域に電子および正孔が注入され、両者の再結合によって発光が生じる。さらに、電流を増加して電流値が閾値以上の値になると、誘導放出が始まってレーザ発振に至る。

【００５６】

本実施の形態によれば、レーザ共振器端面にもＡｕめっき電極を形成するので、活性層で発生した熱を効率よく放散することができる。また、Ａｕめっき電極の幅方向の長さをレーザ共振器端面付近において小さくすることによって、劈開の際に生じる応力がＡｕめっき電極に吸収される程度を低減させることができる。これにより、良好な劈開面を得ることが可能となる。尚、レーザ共振器端面付近以外の部分におけるＡｕめっき電極の幅方向の長さについては大きく形成するので、活性層で生じた熱の放散が妨げられることはない。

【００５７】

また、本実施の形態によれば、Ａｕめっき電極をレーザ共振器の一方の端面から他方の端面まで形成するので、Ａｕめっき電極の端部が導波路の上に位置することはない。したがって、Ａｕめっき電極の端部での電流集中の問題をなくすことができる。

【００５８】

実施の形態３．

図６は、本実施の形態におけるリッジ導波路型半導体レーザの平面図である。

本実施の形態においては、Ａｕめっき電極がレーザ共振器の一方の端面から他方の端面まで連続して形成されており、その幅がレーザ共振器端面付近で漸次狭くなることを特徴としている。

【００５９】

尚、本実施の形態においては、低速レーザで一般的な共振器長（３００μｍ程度）よりも短い２００μｍ程度の共振器長とすることができる。また、共振器端面での反射率を前面で６５％程度、後面で９０％程度とすることができる。

【００６０】

本実施の形態において、リッジ導波路型半導体レーザを構成する要素は実施の形態１と同様である。すなわち、ｎ－ＩｎＰ基板の裏面には、ｎ側電極が設けられている。一方、ｎ－ＩｎＰ基板の表面には、活性層およびこの活性層の上に形成されてリッジ状の導波路を有する半導体層が設けられている。

【００６１】

すなわち、ｎ－ＩｎＰ基板の表面には、ｎ－ＩｎＰクラッド層、ＡｌＧａＩｎＡｓの歪量子井戸を含むＭＱＷ活性層、ｐ－ＩｎＰクラッド層およびｐ－ＩｎＧａＡｓコンタクト層がこの順に形成されたエピタキシャル層が設けられている。また、エピタキシャル層には、２つの平行したストライプ状の溝が設けられている。そして、これらの溝によって挟まれた領域にリッジ状の導波路が形成されている。

【００６２】

ｐ－ＩｎＧａＡｓコンタクト層の上および溝の部分には、導波路上に設けられた開口部を除いて、図６に示すように、絶縁膜としてのSiO_2（酸化シリコン）膜３０が形成されている。SiO_2膜３０の膜厚は従来と同程度とすることができ、例えば４００ｎｍ程度とすることができる。尚、本実施の形態においては、SiO_2膜以外の他の絶縁膜を用いてもよい。

【００６３】

SiO_2膜３０の開口部３７の上には、第１の電極層としてｐ側電極３１が設けられている。ｐ側電極３１は、開口部３７を介して下地のｐ－ＩｎＧａＡｓコンタクト層（図示せず）と接触している。また、ｐ側電極３１は、厚さ５０ｎｍ

のＴｉ（チタン）蒸着電極（図示せず）および厚さ２００ｎｍのＡｕ（金）蒸着電極（図示せず）がこの順に形成された積層構造を有する。

【００６４】

尚、本実施の形態においては、Ｔｉ蒸着電極とＡｕ蒸着電極の間にＰｔ（白金）などのバリアメタル層を形成してもよい。バリアメタル層の膜厚は例えば５０ｎｍ程度とすることができる。このような構造とすることによって、Ａｕの結晶中への沈み込みを防止して、より信頼性の高いリッジ導波路型半導体レーザを提供することができる。

【００６５】

図６に示すように、ｐ側電極３１およびSiO_2膜３０の上には、第２の電極層としてのＡｕめっき電極３２が設けられている。Ａｕめっき電極３２から引き出されSiO_2膜３０の上に形成された電極引き出し線路３３の端部は、ボンディングパッド部３４を形成している。ボンディングパッド部３４を含む電極引き出し線路３３は、Ａｕめっき電極３２と同じ材質で形成されているので、Ａｕなどからなる配線をボンディングパッド部３４において良好に圧着することができる。

【００６６】

実施の形態１では、レーザ共振器端面から所定の距離をおいてＡｕめっき電極を形成した。これに対して、本実施の形態では、レーザ共振器の一方の端面３５から他方の端面３６まで連続してＡｕめっき電極３２を形成することを特徴としている。また、図６に示すように、Ａｕめっき電極３２の平面形状は、レーザ共振器端面３５，３６付近において、幅方向（導波路方向に垂直な方法）の長さR_5が共振器端面３５，３６に向かって漸次小さくなるテーパ形状を有していることを特徴としている。このテーパ形状を有する部分の幅方向の長さR_5は、２μｍ～１０μｍの範囲で変化することが好ましい。一方、導波路方向の長さR_6は２０μｍ～５０μｍであることが好ましい。

【００６７】

このように、本実施の形態においてはＡｕめっき電極３２をレーザ共振器端面の直上にも形成する。そこで、劈開の際に発生する応力がＡｕめっき電極３２に

吸収されるのを軽減するために、Ａｕめっき電極３２の膜厚は従来より薄いものとすることが好ましい。具体的には、Ａｕめっき電極３２の膜厚を１μｍ程度とすることが好ましい。さらに、上述したように、ｐ側電極３１を構成するＡｕ蒸着電極の膜厚を実施の形態１と異なり薄くすることによって（例えば、２００ｎｍ程度）、本実施の形態においても良好な劈開面を得ることが可能となる。

【００６８】

本実施の形態におけるリッジ導波路型半導体レーザの動作は従来と同様である。すなわち、ｐ側電極に正（＋）、ｎ側電極に負（－）のバイアスをそれぞれ加えると、電流が導波路に集中して流れる。そして、導波路の直下にある活性領域に電子および正孔が注入され、両者の再結合によって発光が生じる。さらに、電流を増加して電流値が閾値以上の値になると、誘導放出が始まってレーザ発振に至る。

【００６９】

本実施の形態によれば、レーザ共振器端面３５，３６にもＡｕめっき電極３２を形成するので、活性層で発生した熱を効率よく放散することができる。

【００７０】

また、本実施の形態によれば、Ａｕめっき電極３２の幅方向の長さR_5が、レーザ共振器端面３５，３６付近に向かって漸次小さくなるように形成するので、劈開の際に生じる応力がＡｕめっき電極３２に吸収される程度を低減させることができる。これにより、良好な劈開面を得ることが可能となる。一方、Ａｕめっき電極３２は、レーザ共振器端面３５，３６付近以外の部分においては、幅方向の長さR_7が一様である矩形形状を有している。ここで、$R_7 > R_5$であるから、Ａｕめっき電極３２の幅方向の長さがレーザ共振器端面３５，３６付近で漸次小さくなっても、活性層で生じた熱の放散がそれによって妨げられることはない。尚、電極引き出し線路３３は、この矩形状部分から幅方向に引き出されている。

【００７１】

さらに、本実施の形態によれば、Ａｕめっき電極３２をレーザ共振器の一方の端面３５から他方の端面３６まで連続して形成するので、Ａｕめっき電極３２の

端部が導波路の上に位置することはない。したがって、Ａｕめっき電極３２の端部での電流集中の問題をなくすことができる。

【００７２】

実施の形態４．

図７は、本実施の形態におけるリッジ導波路型半導体レーザの平面図である。本実施の形態においては、ｐ側電極からボンディングパッド部を有する電極引き出し線路が引き出され、このボンディングパッド部の上にＡｕめっき電極が形成されていることを特徴としている。

【００７３】

尚、本実施の形態においては、低速レーザで一般的な共振器長（３００μｍ程度）よりも短い２００μｍ程度の共振器長とすることができる。また、共振器端面での反射率を前面で６５％程度、後面で９０％程度とすることができる。

【００７４】

本実施の形態において、リッジ導波路型半導体レーザを構成する要素は、Ａｕめっき電極がないことを除いて実施の形態１と同様である。すなわち、ｎ－ＩｎＰ基板の裏面には、ｎ側電極が設けられている。一方、ｎ－ＩｎＰ基板の表面には、活性層およびこの活性層の上に形成されてリッジ状の導波路を有する半導体層が設けられている。

【００７５】

すなわち、ｎ－ＩｎＰ基板の表面には、ｎ－ＩｎＰクラッド層、ＡｌＧａＩｎＡｓの歪量子井戸を含むＭＱＷ活性層、ｐ－ＩｎＰクラッド層およびｐ－ＩｎＧａＡｓコンタクト層がこの順に積層されたエピタキシャル層が形成されている。エピタキシャル層には、２つの平行したストライプ状の溝が設けられている。そして、これらの溝によって挟まれた領域にリッジ状の導波路が形成されている。

【００７６】

ｐ－ＩｎＧａＡｓコンタクト層の上および溝の部分には、導波路上に設けられた開口部を除いて、図７に示すように、絶縁膜としてのSiO_2（酸化シリコン）膜４０が形成されている。SiO_2膜４０の膜厚は従来と同程度とすることができ、例えば４００ｎｍ程度とすることができる。尚、本実施の形態においては

、ＳｉＯ$_2$膜以外の他の絶縁膜を用いてもよい。

【００７７】

ＳｉＯ$_2$膜４０の開口部４５の上には、第１の電極層としてのｐ側電極４１が設けられている。ｐ側電極４１は、開口部４５を介して下地のｐ－ＩｎＧａＡｓコンタクト層（図示せず）と接触している。また、ｐ側電極４１は、Ｔｉ（チタン）蒸着電極（図示せず）およびＡｕ（金）蒸着電極（図示せず）がこの順に形成された積層構造を有する。本実施の形態においては、Ａｕ蒸着電極の膜厚を従来より厚く形成することを特徴としている。具体的には、Ａｕ蒸着電極の膜厚を７００ｎｍ以上とすることが好ましい。尚、Ｔｉ蒸着電極の膜厚は、従来と同程度（例えば、５０ｎｍ程度）とすることができる。

【００７８】

尚、本実施の形態においては、Ｔｉ蒸着電極とＡｕ蒸着電極の間にＰｔ（白金）などのバリアメタル層を形成してもよい。バリアメタル層の膜厚は例えば５０ｎｍ程度とすることができる。このような構造とすることによって、Ａｕの結晶中への沈み込みを防止して、より信頼性の高いリッジ導波路型半導体レーザを提供することができる。

【００７９】

また、本実施の形態におけるリッジ導波路型半導体レーザは、ｐ側電極４１から引き出された電極引き出し線路４２を有する。そして、ＳｉＯ$_2$膜４０上に設けられた電極引き出し線路４２の端部はボンディングパッド部４３を形成しており、ボンディングパッド部４３の上には第２の電極層としてのＡｕめっき電極４４が設けられている。

【００８０】

本実施の形態におけるリッジ導波路型半導体レーザの動作は従来と同様である。すなわち、ｐ側電極に正（＋）、ｎ側電極に負（－）のバイアスをそれぞれ加えると、電流が導波路に集中して流れる。そして、導波路の直下にある活性領域に電子および正孔が注入され、両者の再結合によって発光が生じる。さらに、電流を増加して電流値が閾値以上の値になると、誘導放出が始まってレーザ発振に至る。

【００８１】

本実施の形態の構造によれば、導波路の上にはＡｕめっき電極４４は形成されない。したがって、Ａｕめっき電極端部のｐ側電極内に電流が集中する問題をなくすことができる。したがって、信頼性の高いリッジ導波路型半導体レーザを提供することができる。また、ボンディングパッド部４３にＡｕめっき電極４４を形成することによって、Ａｕなどからなるリード線を容易に圧着することが可能となる。

【００８２】

また、本実施の形態によれば、Ａｕ層の膜厚を厚く形成することにより、導波路上にＡｕめっき電極を設けなくとも活性層内で発生した熱を有効に放散させることができる。

【００８３】

上記の実施の形態１～４では、活性層がＡｌＧａＡｓＰで形成されたリッジ導波路型半導体レーザについて説明したが、本発明はこれに限られるものではない。例えば、活性層がＩｎＧａＡｓＰ系の量子井戸またはＧａＩｎＮａＡｓ系の量子井戸で形成された１．３μｍ帯長波長半導体レーザ、活性層がＡｌＧａＩｎＰ系の量子井戸で形成された６５０ｎｍ帯赤色光ディスク用半導体レーザ、活性層がＡｌＧａＡｓ系の量子井戸で形成された７８０ｎｍ帯短波長光ディスク用半導体レーザおよび活性層がＩｎＧａＮ系の量子井戸で形成された青紫色半導体レーザなどにも適用することが可能である。

【００８４】

また、上記の実施の形態１～４では、第１の電極層をＴｉ蒸着電極およびＡｕ蒸着電極からなる構造としたが、本発明はこれに限られるものではない。第１の電極層は、他の金属によって構成されていてもよい。

【００８５】

さらに、上記の実施の形態１～４では、第２の電極層をＡｕめっき電極としたが、本発明はこれに限られるものではない。第２の電極層は、他の金属を用いてめっきされた電極層であってもよい。

【００８６】

【発明の効果】

本発明によれば、共振器の端面から第２の電極層の端部までの距離を２０μｍ以内とすることによって、第２の電極層の端部近傍における第１の電極層内での電流集中を抑制して電流密度を小さくすることができる。

【００８７】

また、本発明によれば、第２の電極層を共振器の一方の端面から他方の端面まで連続して形成することによって、活性層で発生した熱を効率よく放散することができる。また、端面付近での第２の電極層の幅を他の領域における第２の電極層の幅よりも小さくすることによって、劈開の際に生じる応力が第２の電極層に吸収される程度を低減させることができるので、良好な劈開面を得ることが可能となる。

【００８８】

さらに、本発明によれば、導波路の上に第２の電極層を設けない構成とすることによって、第１の電極層内での電流集中の問題をなくすことができる。したがって、信頼性の高いリッジ導波路型半導体レーザを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】　実施の形態１におけるリッジ導波路型半導体レーザの斜視図の一例である。

【図２】　図１のリッジ導波路型半導体レーザの平面図である。

【図３】　実施の形態１におけるＡｕ蒸着電極の膜厚と最大光出力Ｐｍａｘとの関係を示したものである。

【図４】　実施の形態１におけるＡｕ蒸着電極の膜厚と素子破壊電流値との関係を示したものである。

【図５】　実施の形態２におけるリッジ導波路型半導体レーザの平面図である。

【図６】　実施の形態３におけるリッジ導波路型半導体レーザの平面図である。

【図７】　実施の形態４におけるリッジ導波路型半導体レーザの平面図である。

【図８】　従来のリッジ導波路型半導体レーザの斜視図である。

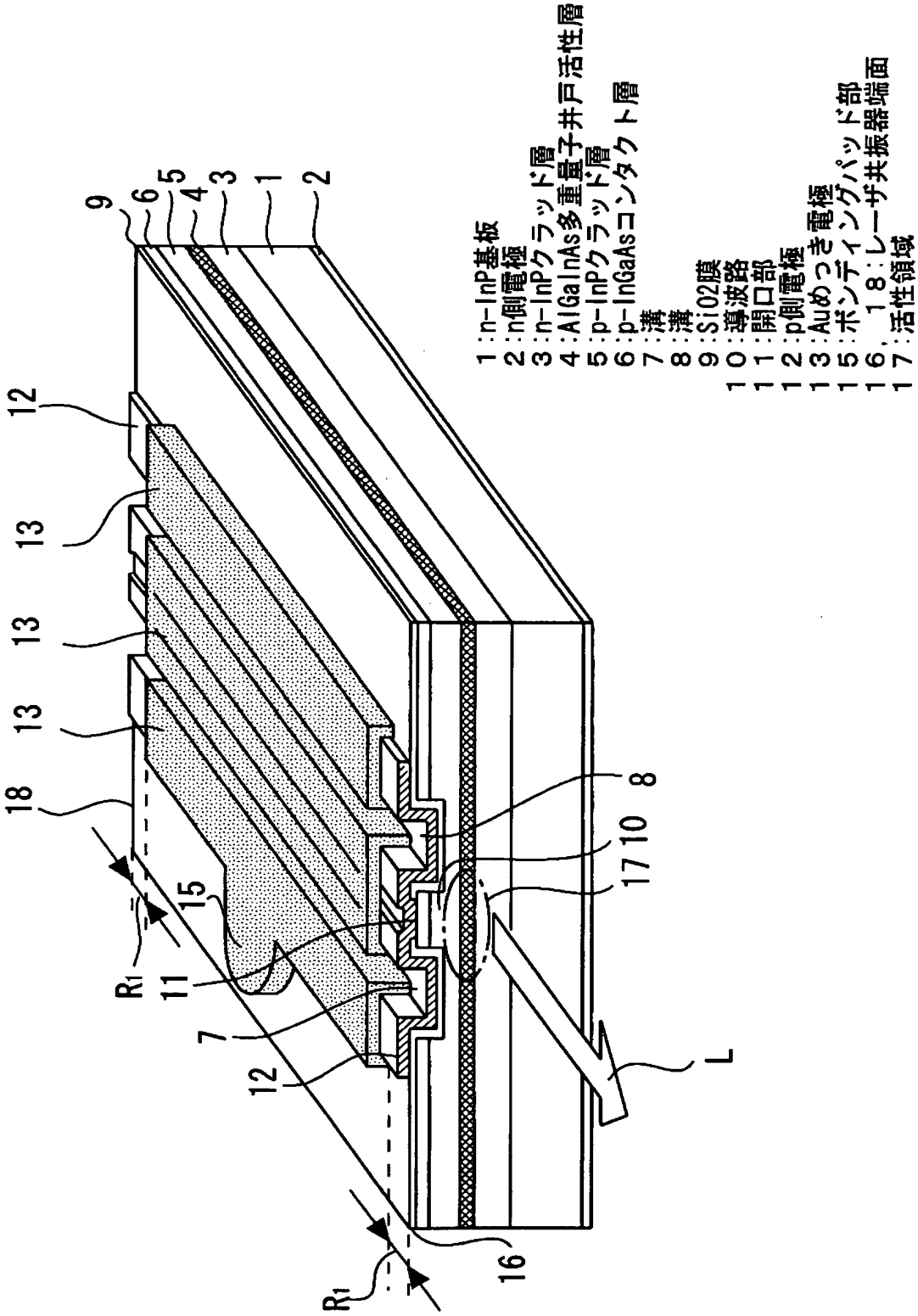
【図９】　図８のリッジ導波路型半導体レーザの平面図である。

【符号の説明】

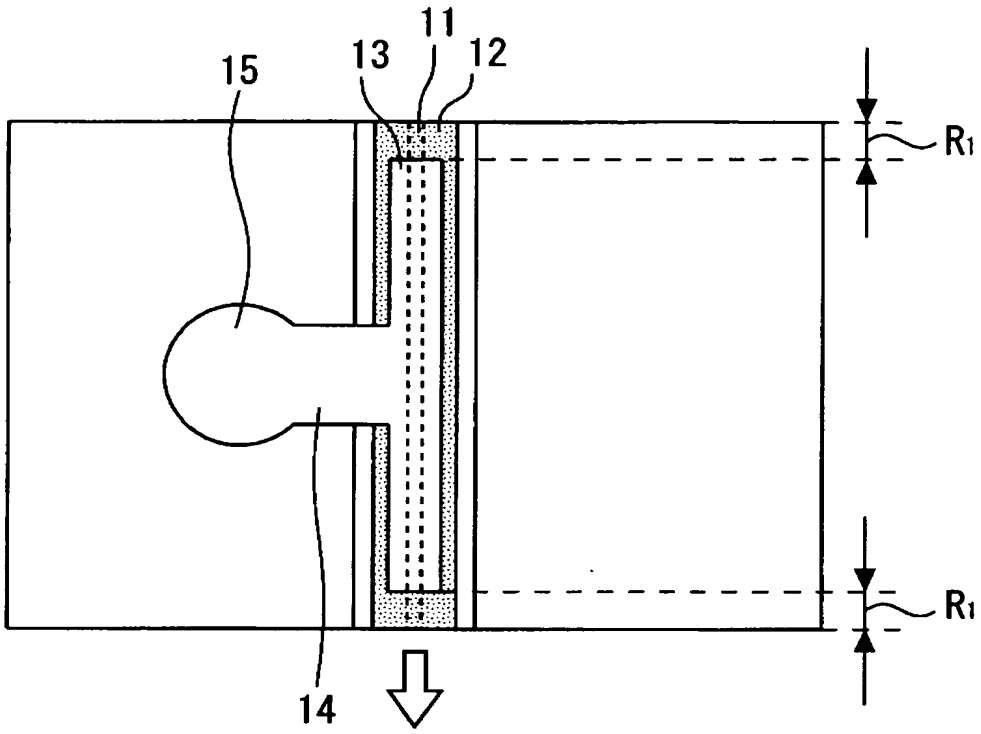
１，５０　ｎ－ＩｎＰ基板、　２，５１　ｎ側電極、　３，５２　ｎ－ＩｎＰクラッド層、　４，５３　ＡｌＧａＩｎＡｓ多重量子井戸活性層、　５，５４　ｐ－ＩｎＰクラッド層、　６，５５　ｐ－ＩｎＧａＡｓコンタクト層、　７，８，５６，５７　溝、　９，２０，３０，４０，６０　SiO_2膜、　１０，５８　導波路、　１１，１９，３７，４５，５９　開口部、　１２，２１，３１，４１，６１　ｐ側電極、　１３，２２，３２，４４，６２　Ａｕめっき電極、　１４，２３，３３，４２　電極引き出し線路、　１５，２４，３４，４３，６４　ボンディングパッド部、　１６，１８，２５，２６，３５，３６，６５，６６　レーザ共振器端面、　１７，６７　活性領域、　２７，２８，２９　矩形。

【書類名】　図面

【図１】

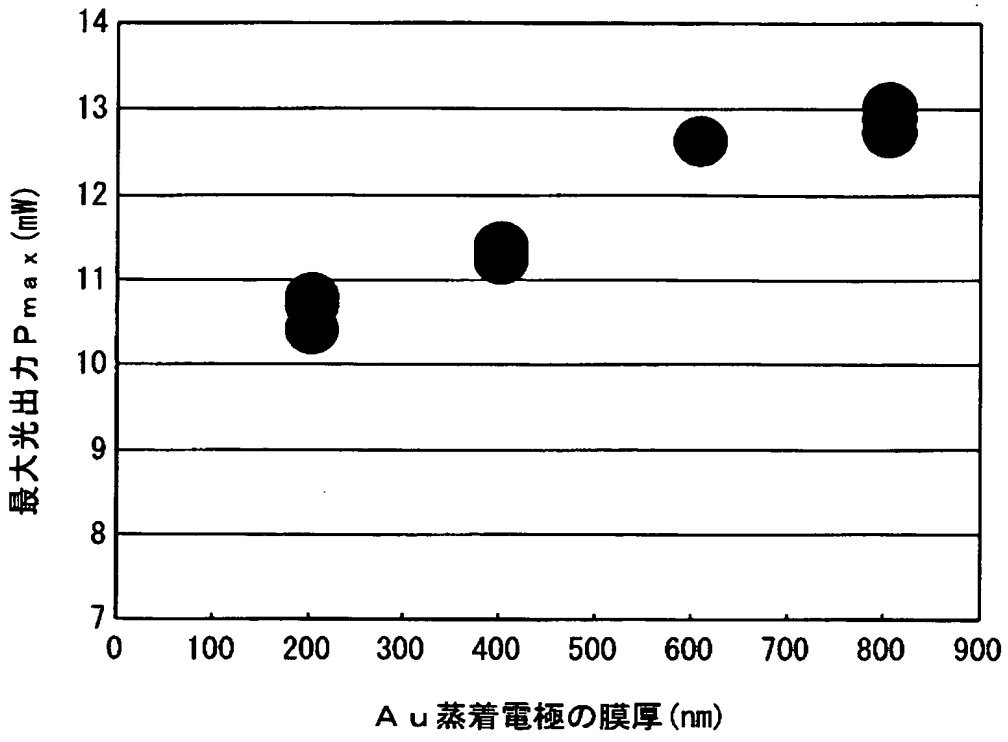

1：n-InP基板
2：n側電極
3：n-InPクラッド層
4：AlGaInAs多重量子井戸活性層
5：p-InPクラッド層
6：p-InGaAsコンタクト層
7：溝
8：溝
9：SiO2膜
10：導波路
11：開口部
12：p側電極
13：Auめっき電極
15：ボンディングパッド部
16：レーザ共振器端面
17：活性領域
9
6
5
4
3
1
2
12
13
13
13
18
15
11
7
12
16
17
10
8
L
R1
R1

【図２】

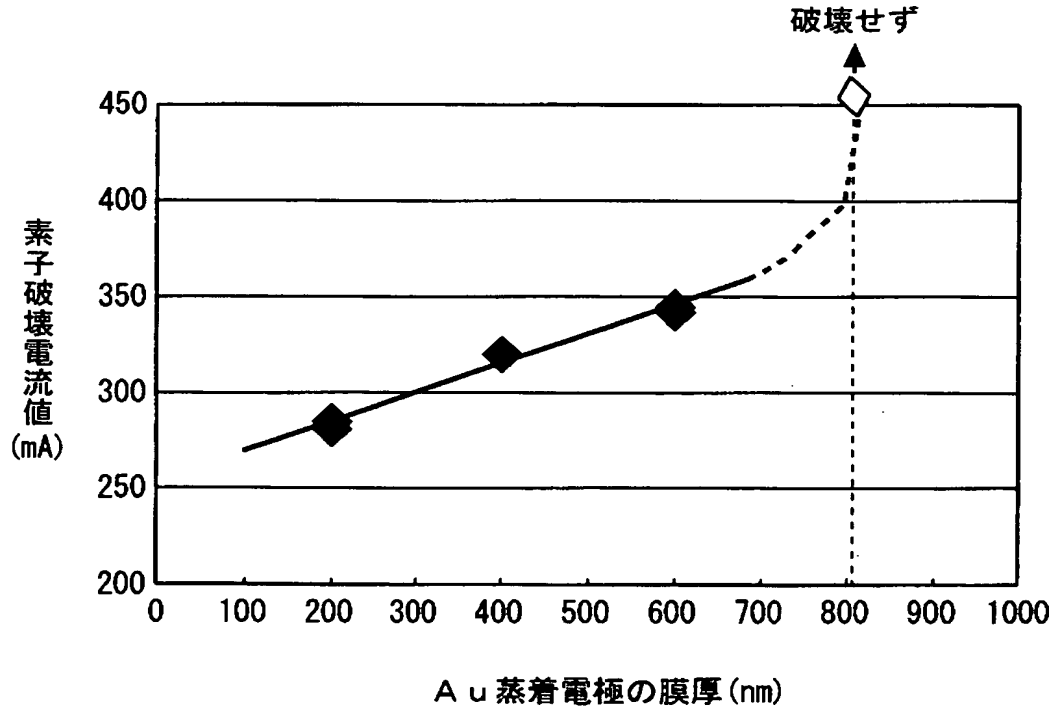


１４：電極引き出し線路

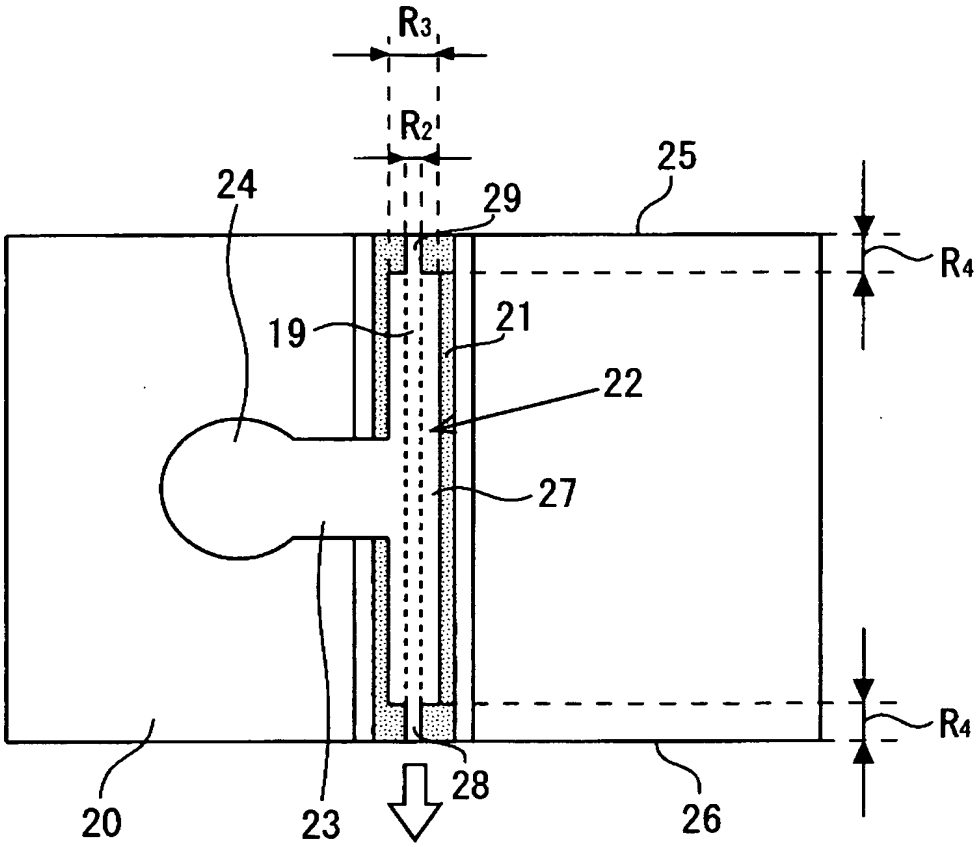
【図３】


最大光出力Ｐｍａｘ（ｍＷ）
14
13
12
11
10
9
8
7
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
Ａｕ蒸着電極の膜厚（ｎｍ）

【図４】

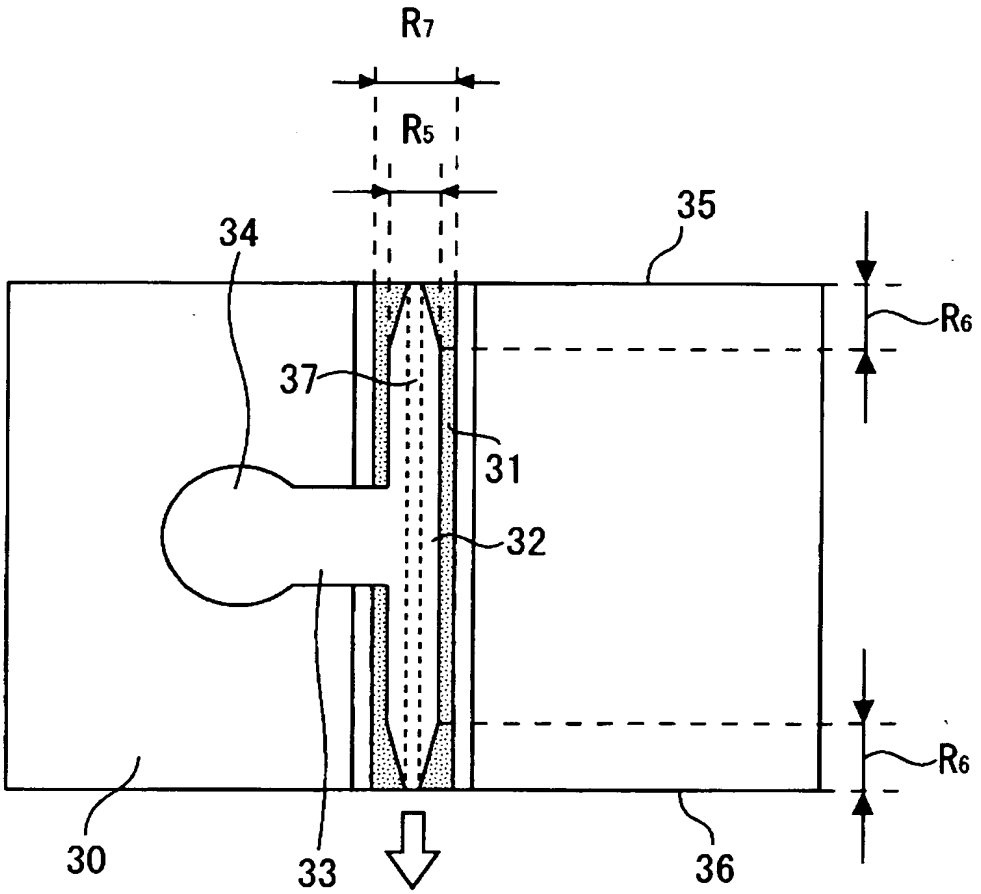

破壊せず
素子破壊電流値（ｍＡ）
450
400
350
300
250
200
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Ａｕ蒸着電極の膜厚（ｎｍ）

【図５】



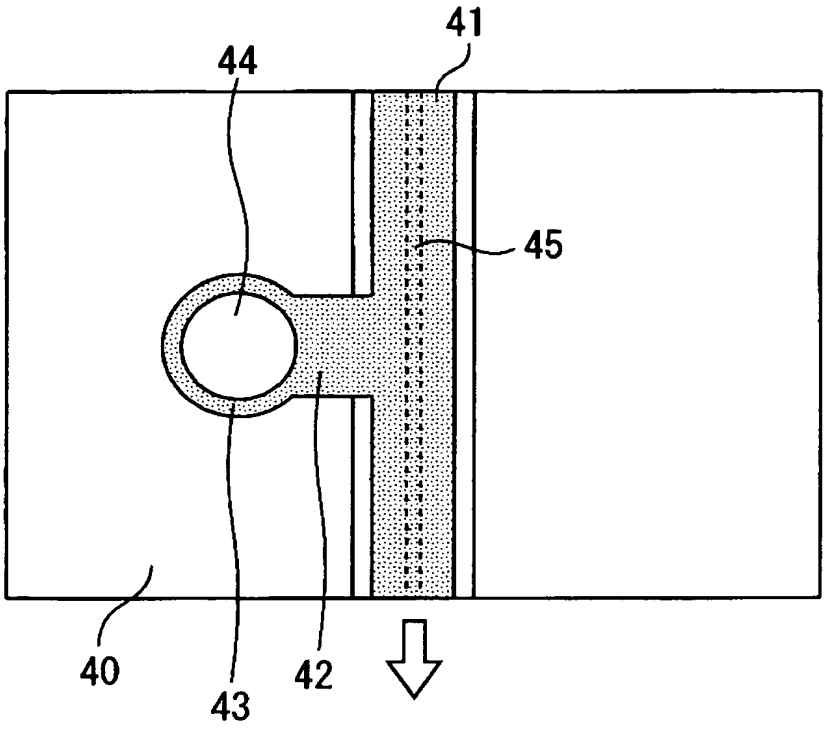
１９：開口部
２０：SiO2膜
２１：p側電極
２２：Auめっき電極
２３：電極引き出し線路
２４：ボンディングパッド部
２５，２６：レーザ共振器端面
２７，２８，２９：矩形

【図６】



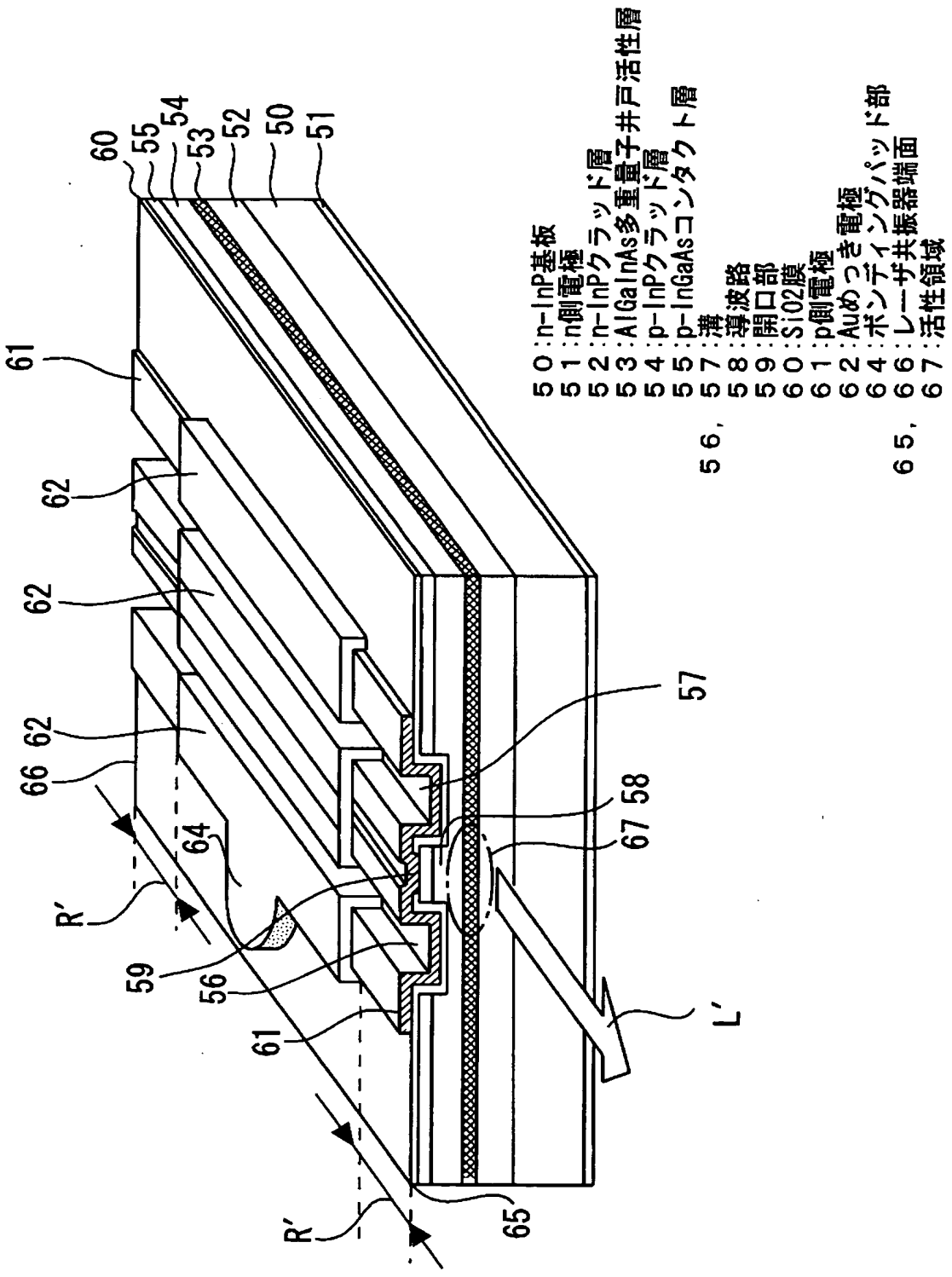
３０：Si02膜
３１：ｐ側電極
３２：Auめっき電極
３３：電極引き出し線路
３４：ボンディングパッド部
３５，３６：レーザ共振器端面
３７：開口部

【図７】

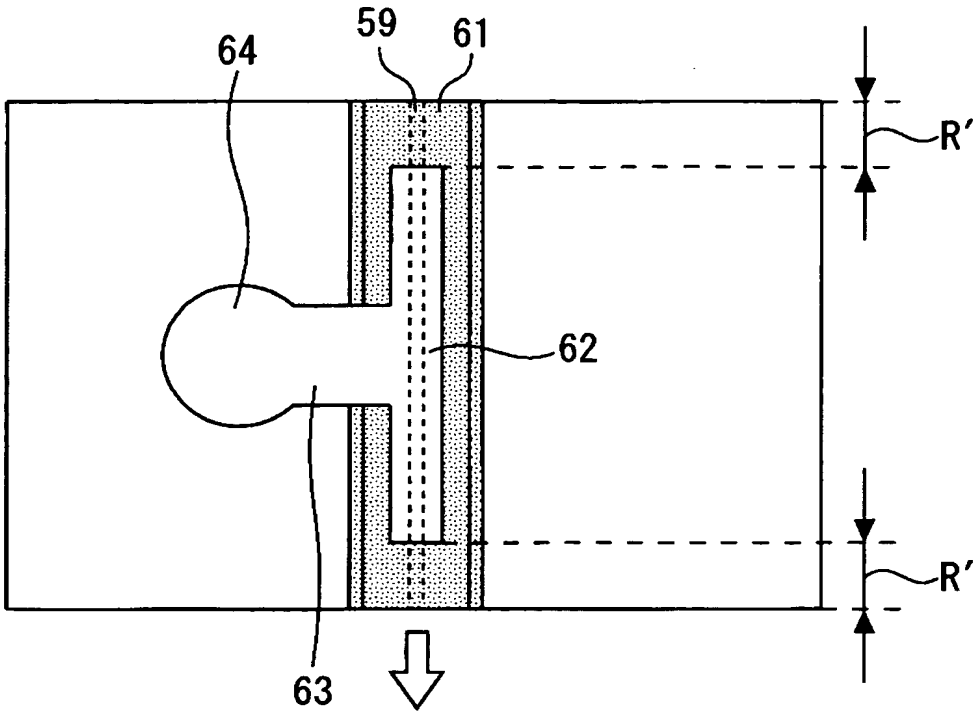


４０：SiO2膜
４１：ｐ側電極
４２：電極引き出し線路
４３：ボンディングパッド部
４４：Auめっき電極
４５：開口部

【図８】


５０：n-InP基板
５１：n側電極
５２：n-InPクラッド層
５３：AlGaInAs多重量子井戸活性層
５４：p-InPクラッド層
５５：p-InGaAsコンタクト層
５６，５７：溝
５８：導波路
５９：開口部
６０：SiO2膜
６１：p側電極
６２：Auめっき電極
６４：ボンディングパッド部
６５，６６：レーザ共振器端面
６７：活性領域
60
55
54
53
52
50
51
61
62
62
62
66
64
R′
59
56
61
57
58
67
L′
R′
65

【図９】



６３：電極引き出し線路

【書類名】　　要約書

【要約】

【課題】　信頼性が高く、高温で高速動作可能なリッジ導波路型半導体レーザを提供する。

【解決手段】　活性層４と、活性層４の上に形成されてリッジ状の導波路１０を有する半導体層５，６と、半導体層６の上に形成された絶縁膜９と、絶縁膜９に設けられた開口部１１を介して半導体層６に接する第１の電極層１２と、第１の電極層１２の上に導波路１０の方向に沿って形成されたストライプ状の第２の電極層１３とを備え、共振器の端面１６から第２の電極層１３の端部までの距離Ｒ１が２０μｍ以内であるように構成する。第２の電極層１３から引き出された電極引き出し線路と、この電極引き出し線路に設けられ絶縁膜９上に位置するボンディングパッド部１５とをさらに有していてもよい。

【選択図】　図１

特願２００３－１２５２７５

出　願　人　履　歴　情　報

識別番号　　［０００００６０１３］

１．変更年月日　　１９９０年　８月２４日
［変更理由］　　新規登録
住　所　　東京都千代田区丸の内２丁目２番３号
氏　名　　三菱電機株式会社